

УДК 616.248:616.24-007.272:616-002.5-576.858:616.017.1-07:616-073.75

М. І. Линник, Г. Л. Гуменюк

ДУ «Національний інститут фтизіатрії і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського НАМН України», м. Київ

Особливості комп'ютерної томографії у хворих на бронхіальну астму, хронічне обструктивне захворювання легень та ко-інфекцію туберкульоз/ВІЛ

Ключові слова: багатозрізова комп'ютерна томографія, бронхіальна астма, хронічне обструктивне захворювання легень, туберкульоз, ВІЛ, денситометрія.

Рентгенівські методи дослідження з моменту їх виходу зайняли провідні позиції в діагностиці патології органів грудної порожнини. Значно зросла інформативність рентгенологічних методів обстеження з появою в 1974 році рентгенівської комп'ютерної томографії (КТ). За минулий період цей метод зазнав істотного вдосконалення, і поява близько 15 років тому сучасної багатозрізової комп'ютерної томографії вивела променеву діагностику на принципово новий діагностичний рівень. Це пов'язано з тим, що сучасна КТ за своєю інформативністю наблизилася до інформативності патогістологічного дослідження і відпала необхідність проведення багатьох інвазійних методів дослідження (ангіографії, бронхографії тощо) [1]. Технологія проведення дослідження, методика післяпроцесингової обробки отриманої інформації широко висвітлена в зарубіжних публікаціях [2–4]. Також вивчено питання про роль багатозрізової КТ та принципи інтерпретації при захворюваннях різної локалізації [5].

КТ-зображення, отримані на томографах старих модифікацій, як правило, роздруковувалися на плівці для їх розгляду. Необхідно було документувати на плівці всі зрізи, які несли інформацію про досліджувану ділянку, кількість їх була обмеженою (не більше 30–40). З появою багатозрізової комп'ютерної томографії

(БЗКТ) кількість зрізів, які потрібно документувати, може досягати кількох тисяч, а враховуючи те, що зрізи необхідно переглядати в різних режимах (легеневому, кістковому, межистінному та ін.), в практику архівування зображень введено збереження даних у цифрових архівах (CD-диски, DVD-диски) за стандартними протоколами обстеження даного органа.

Цінність архівації даних на цифрові носії полягає в тому, що зберігається вся інформація, яка нічим не відрізняється від інформації, отриманої на базовій станції КТ. При відповідному програмному забезпеченні інформація дослідження може бути повністю відтворена практично на будь-якому персональному комп'ютері. Це особливо важливо для проведення оцінки та порівняння змін у динаміці спостереження хворого.

В даний час у фтизіопульмонології все частіше виникає необхідність детального вивчення виявленої патології з метою діагностики та диференціальної діагностики, а також проведення наукових досліджень, особливо в динаміці. Без належного програмного забезпечення зробити це неможливо. На сьогодні існує величезна різноманітність спеціалізованого програмного забезпечення, і практичному лікарю або науковому співробітнику можна вибрати ту програму, яка необхідна йому для проведення опрацювання інформації проведеного дослідження [6].

Як уже зазначалося, інформативність БЗКТ наблизилася до інформативності патогістологічного методу дослідження, тобто вона дозволяє виявляти будь-які зміни структури досліджуваного органа. Дослідження легень за допомогою КТ є найбільш інформативним порівняно з іншими органами завдяки їх природному контрастуванню повітрям, що дає змогу виявляти дуже незначні структурні зміни як паренхіми, так і додаткових утворень. Для правильної оцінки отриманих результатів дослідження та встановлення діагнозу необхідно знати основи патогенезу захворювання. На сьогодні лікарям променевої діагностики надзвичайно складно розібратися в патогенезі великої кількості нозологічних форм, тому лікарі-клініцисти та наукові співробітники повинні вміти самі правильно трактувати результати КТ.

На сьогодні в ДУ «Національний інститут фізіотерії і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського НАМН України» вже накопичено досвід застосування БЗКТ при різній патології органів дихання: дисемінованих процесах, туберкульозі, саркоїдозі, бронхіальній астмі (БА), хронічному обструктивному захворюванні легень (ХОЗЛ) тощо.

В останні роки в пульмонології значна увага приділяється вивченню ХОЗЛ – хронічне захворювання, що повільно прогресує, характеризується необоротною або частково оборотною (при застосуванні бронхолітиків або іншого лікування) обструкцією бронхіального дерева.

ХОЗЛ зустрічається у 4,0–10,0 % дорослої популяції. За прогностичними даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) ХОЗЛ до 2020 року посідає 5-те місце у світі за соціально-економічними збитками. Витрати на ХОЗЛ у три рази перевищують витрати на БА [7].

В міжнародному узгоджувальному документі GOLD, вітчизняних наказах МОЗ України (накази МОЗ України від 30.12.1999 р. № 311, від 28.10.2003 р. № 499, від 19.03.2007 р. № 128, від 27.06.2013 р. № 555) щодо ХОЗЛ оптимальною має бути стратегія якомога більш раннього виявлення захворювання на початкових стадіях, відмови від тютюнокуріння, раннього призначення постійної базисної фармакотерапії, своєчасного, раціонального лікування загострень, що сповільнює та упереджує розвиток життєво небезпечних ускладнень, стрімкого падіння якості життя хворих.

Бронхіальна астма – одна з найбільш важливих медико-соціальних проблем. Захворювання вражає всі вікові категорії населення та при неефективному контролі призводить до значного порушення якості життя, а у частини хворих – до смерті. Поширеність БА зростає із року в рік у більшості країн світу, призводячи до значних збитків, не лише в плані вартості лікування та медичних послуг, а й щодо втрати продуктивності та зниження участі у сімейному житті [8].

Астма та ХОЗЛ – це бронхообструктивні захворювання з різним патогенезом, тактикою ведення, відповіддю на лікування, прогнозом, однак вони мають багато спільних ознак. Обидва – хронічні запальні захворювання із залученням дрібних дихальних шляхів, характеризуються обмеженням легеневого повітряного потоку.

При поєднанні БА та ХОЗЛ виникає ситуація, коли розвиваються межі між клініко-функціональними ознаками астми і ХОЗЛ, і ведення таких пацієнтів стає особливо складним. Звичайно поєднана патологія виникає у осіб старшої вікової групи з тривалим анамнезом одного з захворювань. Ситуація приєднання ХОЗЛ до БА є частішою. Провідне значення в діагностиці ХОЗЛ та БА і об'єктивній оцінці ступеня тяжкості захворювання має дослідження функції зовнішнього дихання [8].

Стандарти надання допомоги хворим із БА викладено в Національних та інтернаціональних узгодженнях – наказах МОЗ України від 19.03.2007 р. № 128 та від 08.10.2013 р. № 868, а також міжнародному узгодженні GINA [9, 10]. Протягом останніх років постійно переглядаються і вдосконалюються критерії діагностики і лікування ХОЗЛ та БА, однак багато питань залишаються до кінця не вирішеними.

При ХОЗЛ у результаті патологічних процесів, що відбуваються у легеневій тканині, часто виникає порушення вентиляції як осередкового, так і дифузного характеру. Причиною цього є зміни на рівні термінальних відділів респіраторного тракту, звуження дихальних бронхіол внаслідок бронхіоліту і ремоделювання стінок бронхіол і формування клапанного механізму повітронаповнення альвеол.

З метою правильної оцінки морфологічної картини при ХОЗЛ та при аналізі даних КТ необхідно виділяти зміни в основних структурних одиницях.

1. Зміни в центральних дихальних шляхах (бронхи, бронхіоли 2–4 мм в діаметрі): збільшення кількості гладеньких м'язів та сполучної тканини бронхів, дегенерація хрящової тканини бронхіальної стінки. Зміни в центральних дихальних шляхах можуть існувати окремо або в поєднанні зі змінами в периферичних дихальних шляхах та в паренхімі легень.

2. Периферичні дихальні шляхи (малі бронхи і бронхіоли < 2 мм в діаметрі): найбільш характерним ураженням є звуження периферичних дихальних шляхів внаслідок ураження – репарації бронхіальної стінки з тканинним ремоделюванням з ушкодженням структури її стінки з включенням колагену та утворення рубцевої тканини, що звужує просвіт бронхів та спричиняє фіксовану бронхообструкцію. Периферичні дихальні шляхи – це місце найбільшої бронхообструкції та найбільшої резистентності при ХОЗЛ.

3. Паренхіма легень (поверхня газообміну легень – респіраторні бронхіоли і альвеоли та капілярна система легень): деструкція альвеолярної стінки, апоптоз епітеліальних та ендотеліальних клітин. Центрилобулярна емфізема з розширенням і деструкцією респіраторних бронхіол виникає внаслідок тяжкого табакокуріння. Панацінарна емфізема з розширенням і деструкцією альвеолярних ходів, мішечків і респіраторних бронхіол виникає рідко, внаслідок дефіциту α -антитрипсину.

4. Судини легень: структурна перебудова судин легень внаслідок ендотеліальної дисфункції: потовщення інтими, збільшення гладеньких м'язів судин, інфільтрація судинної стінки клітинами запалення. При прогресуванні і тяжкому перебігу ХОЗЛ – подальше зростання кількості

м'язової маси судин, відкладення протеогліканів та колагену, подальше потовщення судинної стінки, можливий розвиток емфізематозної деструкції капілярного ложа. Структурні зміни в судинах корелюють з підвищенням тиску в легеневиx судинах, спочатку при фізичному навантаженні, а згодом – у спокої [9, 11].

Вивчення особливостей денситометричних показників при аналізі даних КТ хворих з ко-інфекцією туберкульозу (ТБ)/ВІЛ є також актуальною проблемою в зв'язку з тим, що відзначається ріст ТБ в інфікованої вірусом імунodefіциту людини. ТБ є однією з основних причин смерті ВІЛ-інфікованих. За даними ВООЗ третина населення Землі (більше 2 млрд осіб) інфіковані мікобактеріями туберкульозу і близько 42 млн – ВІЛ [11]. При цьому обидві вказані інфекції вразили близько 12 млн осіб у віці від 15 до 49 років.

Враховуючи те, що при ВІЛ уражається Т-клітинна ланка імунітету, при ТБ формується неповноцінна туберкульозна гранульома (А. М. Михайловський, 2011), то денситометричні показники КТ значно відрізняються від стандартних показників при туберкульозі. Це може призводити до неправильної трактовки отриманих даних – в бік як гіподіагностики, так і гіпердіагностики туберкульозних уражень.

Таким чином, зазначені особливості патогенезу вказаних нозологічних форм та їх патоморфології необхідно враховувати при аналізі даних багатозрізової КТ.

В Національному інституті фтизіатрії і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського НАМН України в 2009 році вперше в Україні було проведено обстеження хворих ХОЗЛ та БА на КТ-сканері Aquilion TSX-101A виробництва фірми «Toshiba» (Японія). З цього часу в усіх відділах інституту впроваджено зберігання результатів дослідження КТ в цифрових архівах. Для їх створення та опрацювання використовується, в основному, безкоштовна програма K-Pacs.

Застосування БЗКТ відкрило нові можливості в діагностиці ХОЗЛ та БА, насамперед, вона значно підвищила значимість та достовірність денситометричних показників, тобто можливість кількісної оцінки щільності досліджуваних тканин і середовищ, яку виражають в умовних одиницях по шкалі Хаунсфілда (НУ). Щільність води по цій шкалі становить 0, повітря -1000 (од. НУ), легень -600 (од. НУ), кістки +1000 (од. НУ). При БЗКТ використовується методика «тонких зрізів» (товщина досліджуваного шару становить 0,8 мм), яка дозволяє отримати об'ємне зображення органа та наближає його вивчення до реального морфофункціонального стану.

За допомогою денситометричних показників об'єктивно оцінювали ступінь фіброзних та емфізематозних змін при бронхообструктивних захворюваннях. Проведення дослідження тонких шарів легеневої тканини дозволило на основі стандартних аксіальних зрізів проводити реконструкцію зрізів, без будь-якої деформації зображення. Це дало змогу більш чітко локалізувати виявлені зміни. Проведення мультипланарної реконструкції зображень у прямій та боковій проекції дозволило отримати повну картину морфофункціонального

стану легень хворих та не потребувало будь-якого додаткового рентгенологічного дообстеження (бронхографії, ангіографії та ін.), а програмне опрацювання стандартних зрізів дозволило визначити розміри та щільність як судин, так і повітропрохідних шляхів. У хворих на ХОЗЛ та БА визначалося потовщення і ущільнення періартеріального та перибронхіального інтерстицію. Характерною ознакою були кільцеподібні тіні осьових перерізів бронхів або симптом «трамвайних рейок», дивертикулоподібні випинання стінок бронхів, мозаїчність структури легеневої паренхіми, множинні «повітряні пастки», розташовані субплеврально та паренхіматозно.

Програмне забезпечення обробки результатів дослідження дозволило співставляти аналогічні зрізи при проведенні контрольних КТ. Дані показники стали особливо інформативними та корисними при динамічному спостереженні хворих. Проведення БЗКТ в динаміці стало об'єктивним показником ефективності лікувальних заходів при ХОЗЛ та БА.

На основі проведеної науково-дослідної роботи видано інформаційний лист «Застосування мультиспіральної комп'ютерної томографії в обстеженні хворих на хронічне обструктивне захворювання легень та бронхіальну астму» (Фещенко Ю. І. Яшина Л. О. та ін., 2010). Метод пропонується для використання в практиці роботи профільних медичних закладів у хворих на ХОЗЛ та БА.

Для вивчення особливостей БЗКТ у хворих на ко-інфекцію ТБ/ВІЛ проаналізовано дані обстеження двох груп хворих. Групу I (30 пацієнтів) склали хворі, які перебували на лікуванні у відділенні фтизіопульмонології зі вперше діагностованим туберкульозом легень (ВДТЛ); II групу – 30 хворих, які були обстежені у відділенні променевої діагностики інституту з супутньою ВІЛ-інфекцією.

Враховуючи те, що при ВІЛ уражається Т-клітинна ланка імунітету, при ТБ формується неповноцінна туберкульозна гранульома, то денситометричні показники значно відрізняються від стандартних денситометричних показників при туберкульозі. Для подальшої обробки даних багатозрізової КТ створено електронний архів даних на основі програми K-Pacs. Програмне забезпечення дозволяє проводити вимірювання щільності досліджуваних тканин та утворень як у певному місці, так і в заданій фіксованій площі з визначення значення середньої щільності досліджуваного зрізу та стандартного відхилення щільності в даній площині. Стандартне відхилення щільності є важливим показником, який характеризує гістологічну структуру тканини, вказує на наявність ділянок із різною щільністю.

Середні значення щільності вогнищ, стінок каверн та стандартне відхилення щільності у хворих порівнюваних груп в одиницях Хаунсфілда представлено в таблиці.

Відзначається значна різниця щільності вогнищ дисемінації та щільності стінок каверн у порівнюваних групах. Так, середня щільність вогнищ дисемінації та стандартне відхилення щільності у групі хворих зі вперше діагностованим ТБ (група I) становили $-65,6 \pm 85,97$ од. НУ, а в групі хворих зі вперше діагностованим ТБ на фоні ВІЛ (група II) щільність досліджуваних вогнищ

Щільність вогнищ, стінок каверн та стандартне відхилення щільності у хворих порівнюваних груп в одиницях Хаунсфілда (од. НУ)

Таблиця

Показник	Група I (n = 30)	Група II (n = 30)
Щільність вогнищ дисемінації, од. НУ	-65,6 ± 85,97	-276,5 ± 100,3*
Щільність стінок каверн, од. НУ	22,8 ± 35,73	-18,25 ± 42,0*

Примітка: * – статистично достовірна різниця показника порівняно з попереднім показником (p < 0,001).

була значно нижчою $-276,5 \pm 100,3$ од. НУ ($p < 0,001$). Більше значення стандартного відхилення ($\pm 100,3$ од. НУ) вказує ще й на те, що на фоні ВІЛ формується туберкульозна гранульома, яка має значно неоднорідні по своїй структурі тканини (наявність тканин з низькими та високими показниками щільності).

В таблиці представлено, що середня щільність стінок каверн у групі хворих зі вперше діагностованим ТБ була значно вищою, ніж у хворих групи зі вперше діагностованим ТБ на фоні ВІЛ, та відповідно становила $22,8 \pm 35,73$ од. НУ та $-18,25 \pm 42,0$ од. НУ ($p < 0,001$). Необхідно також зазначити, що стандартне відхилення щільності стінки каверн у хворих групи зі вперше діагностованим ТБ були нижчим ($\pm 35,73$), ніж у хворих групи з ТБ на фоні ВІЛ ($\pm 42,0$), що вказує на більшу однорідність гістологічної структури каверн у хворих з ТБ без ВІЛ.

Таким чином, на основі проведеного дослідження можна сказати, що дані БЗКТ при поєднанні ТБ з ВІЛ-інфекцією мають свої специфічні особливості денситометричних показників. Так, середня щільність та стандартне відхилення щільності вогнищ дисемінації та стінок каверн у групі хворих зі вперше діагностованим ТБ легень мають значно вищі значення та статистично достовірно різні ($p < 0,001$) показники, ніж аналогічні значення показників у групі хворих зі вперше виявленим ТБ легень на фоні ВІЛ. Це пов'язано з тим, що при імунodefіциті на фоні ВІЛ формується неповноцінна туберкульозна гранульома, яка має значно нижчі денситометричні показники. Враховуючи те, що денситометричні показники специфічно та достовірно відображають гістологічну структуру досліджуваних тканин, це необхідно враховувати при інтерпретації отримуваних даних БЗКТ, особливо при проведенні диференційної діагностики з неспецифічними ураженнями легень.

Висновки

1. БЗКТ зі збереженням результатів дослідження на цифрових носіях є найбільш інформативним неінвазивним методом рентгенологічного обстеження хворих на БА та ХОЗЛ, інформативність якого наближається до інформативності патогістологічного методу дослідження.

2. Проведення БЗКТ у хворих на ХОЗЛ та БА дозволяє визначити морфофункціональний стан легеневої паренхіми та за допомогою денситометричних показників об'єктивно оцінити ступінь фіброзних та емфізематозних змін та ефективність проведених лікувальних заходів.

3. Денситометричні показники вогнищ дисемінації та стінок каверн достовірно нижчі при поєднанні туберкульозу з ВІЛ-інфекцією, оскільки при ВІЛ-імунodefіциті формується неповноцінна туберкульозна гранульома, що має важливе значення для диференційної діагностики з неспецифічними ураженнями легень.

Список літератури

1. *Линник, Н. И.* Применение многосрезовой компьютерной томографии во фтизиопульмонологии и ее программное обеспечение [Текст] / Н. И. Линник, Г. Л. Гуменюк, Н. Н. Мусиенко // Астма та алергія. – 2011. – № 2. – С. 79–84.
2. *Aziz, Z. A.* CT techniques for imaging the lung: recommendations for multislice and single slice computed tomography [Text] / Z. A. Aziz et al. // Eur. J. of Radiology. – 2004. – Vol. 52. – P. 119–136.
3. *Mahesh, M.* Dose and pitch relationship for a particular multislice CT scanner [Text] / Mahesh M. et al. // Am. J. Roentgenol. – 2001. – Vol. 177(6). – P. 1273–1275.
4. *Schoepf, U. J.* Multislice helical CT of focal and diffuse lung disease: comprehensive diagnosis with reconstruction of contiguous and high-resolution CT sections from a single thin-collimation scan. [Text] / Schoepf UJ et al. // Am. J. Roentgenol. – 2001. – Vol. 177. – P. 179–184.
5. *Satish, K.* Role of Multi Slice CT in Abdominal Tuberculosis. [Text] / K. Satish et al. // JIMSA. – 2013. – Vol. 26. – № 147. – P. 47–50.
6. *Линник, Н. И.* Многосрезовая компьютерная томография у фтизиопульмонологии, стандартизация исследования и программное обеспечение [Текст] / Н. И. Линник, Н. Н. Мусиенко // Укр. пульмонолог. журн. – 2012. – № 3. – С. 65–69.
7. *Фещенко, Ю. И.* Место хронического воспаления в патогенезе хронической обструктивной болезни легких, способы его коррекции [Текст] / Ю. И. Фещенко, Л. А. Яшина // Здоров'я України. – 2008. – № 3/1 – С. 20–21.
8. *Фещенко, Ю. И.* Современная стратегия ведения бронхиальной астмы [Текст] / Ю. И. Фещенко, Л. А. Яшина // Астма та алергія – 2007. – № 3–4. – С. 8–11.
9. *Наказ МОЗ України від 19.03.2007 р. № 128* «Про затвердження клінічних протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Пульмонологія». – К., 2007. – 146 с.
10. *Наказ МОЗ України від 08.10.2013 р. № 868* «Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги при бронхіальній астмі» [Текст] / Уніфікований клінічний протокол первинної, вторинної (спеціалізованої) медичної допомоги «Бронхіальна астма». – К., 2013. – 160 с.
11. *Яшина, Л. А.* Клинико-функциональная диагностика бронхиальной астмы [Текст] / Л. А. Яшина // Укр. пульмонолог. журн. – 2000. – № 2 (додаток). – С. 16–19.
12. *Лапушенко, О. В.* Оценка эскалации ВИЧ-инфекции и СПИДа в Украине. Информационная технология управления эпидемическим процессом и ранжирования рисков [Текст] / О. В. Лапушенко // Лік. справа. – 2004. – № 5. – С. 3–6.

**ОСОБЕННОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ
У БОЛЬНЫХ С БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ,
ХРОНИЧЕСКИМ ОБСТРУКТИВНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЕМ
ЛЕГКИХ И КО-ИНФЕКЦИЕЙ ТУБЕРКУЛЕЗ/ВИЧ**

Н. И. Линник, Г. Л. Гуменюк

Резюме

В статье показано, что многосрезовая компьютерная томография с сохранением результатов исследования на цифровых носителях является наиболее информативным неинвазивным методом рентгенологического обследования больных с бронхиальной астмой и хроническим обструктивным заболеванием легких, информативность которого приближается к информативности патогистологического метода исследования.

При обследовании больных с ко-инфекцией туберкулез/ВИЧ установлено, что денситометрические показатели очаговых изменений достоверно ниже, чем у больных без ВИЧ, что связано с тем, что при иммунодефиците формируется неполноценная туберкулезная гранулема.

Ключевые слова: *многосрезовая компьютерная томография, бронхиальная астма, хроническое обструктивное заболевание легких, туберкулез, ВИЧ, денситометрия.*

Научно-практический журнал «Астма и аллергия», 2014, № 4

Н. И. Линник

к. мед. наук, старший научный сотрудник,

*ДУ «Национальный институт фтизиатрии и пульмонологии
им. Ф. Г. Яновского НАМН Украины»*

03680, Украина, г. Киев, ул. Н. Амосова, 10

тел.: +38(044)275-41-22

e-mail: linnyk@ifp.Kiev.ua

**PECULIARITIES OF THE COMPUTED TOMOGRAPHY
IN PATIENTS WITH BRONCHIAL ASTHMA, CHRONIC
OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE AND CO-INFECTED
WITH TUBERCULOSIS/HIV**

N. I. Linnik, G. L. Gumeniuk

Summary

In the article was shows that multislice computed tomography with preservation of research results on digital media is the most informative non-invasive method of X-ray examination of patients with asthma and chronic obstructive pulmonary disease, which the informativeness is approached of to the histopathological method.

In a study of patients co-infected with TB/HIV were found that densitometric indices of focal changes were significantly lower than in patients without HIV infected, that is associated with the fact that in immunodeficiency has been formed the defective tuberculous granulomas.

Key words: *multislice computed tomography, bronchial asthma, chronic obstructive pulmonary disease, tuberculosis, HIV, densitometry.*

Theoretical and practical J. «Asthma and Allergy», 2014, 4

N. I. Linnik

MD, PhD, senior researcher

*SO «National Institute of Phthysiatry and Pulmonology
named after F. G. Yanovsky NAMS of Ukraine»*

03680, Ukraine, Kyiv, Amosova str., 10

tel.: +38(044)275-41-22

e-mail: linnyk@ifp.Kiev.ua